

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-156144

(43)公開日 平成11年(1999)6月15日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>  
B 0 1 D 53/32  
A 6 2 D 3/00  
B 0 1 D 53/70

識別記号  
ZAB

F I  
B 0 1 D 53/32  
A 6 2 D 3/00  
B 0 1 D 53/34

ZAB  
1 3 4 E

審査請求 有 請求項の数9 O.L (全10頁)

(21)出願番号 特願平9-321234

(22)出願日 平成9年(1997)11月21日

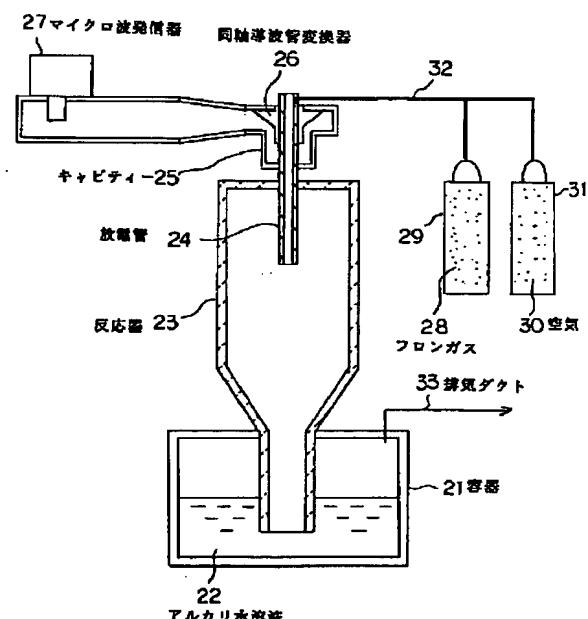
(71)出願人 000006208  
三菱重工業株式会社  
東京都千代田区丸の内二丁目5番1号  
(72)発明者 池田 哲哉  
神奈川県横浜市金沢区幸浦一丁目8番地1  
三菱重工業株式会社基盤技術研究所内  
(72)発明者 団野 実  
神奈川県横浜市金沢区幸浦一丁目8番地1  
三菱重工業株式会社基盤技術研究所内  
(74)代理人 弁理士 鈴江 武彦 (外3名)

(54)【発明の名称】 プラズマによる有機ハロゲン化合物の分解方法及び装置

(57)【要約】

【課題】有機ハロゲン化合物を高い分解率で無害化処理できること等を課題とする。

【解決手段】有機ハロゲン化合物を含んだガスにマイクロ波を照射することによって熱プラズマを生成し、有機ハロゲン化合物を分解するプラズマによる有機ハロゲン化合物の分解装置であり、プラズマを生成するためのマイクロ波キャビティー25と、反応生成物を無害化するためのアルカリ液を収容した第1容器21と、開口された下端部を有し、該下端部を前記アルカリ液に浸漬して配置された反応器23と、下端部が前記反応器内に達するとともに上端部が前記マイクロ波キャビティー内部を貫通するように設けられた放電管24と、前記放電管に配管を介して接続され、有機ハロゲン化合物を収容した第2容器29とを具備することを特徴とするプラズマによる有機ハロゲン化合物の分解装置。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 有機ハロゲン化合物を含んだガスにマイクロ波を照射することによって熱プラズマを生成し、有機ハロゲン化合物を分解することを特徴とするプラズマによる有機ハロゲン化合物の分解方法。

【請求項2】 有機ハロゲン化合物と水蒸気の混合ガスにマイクロ波を照射することによって熱プラズマ中で有機ハロゲン化合物を分解することを特徴とする請求項1記載のプラズマによる有機ハロゲン化合物の分解方法。

【請求項3】 有機ハロゲン化合物を含んだガスにマイクロ波を照射することによって熱プラズマを生成させ、そのプラズマ中に水を噴射することによって有機ハロゲン化合物を分解することを特徴とする請求項1記載のプラズマによる有機ハロゲン化合物の分解方法。

【請求項4】 有機ハロゲン化合物を含んだガスにマイクロ波を照射することによって熱プラズマを生成させ、そのプラズマ中にアルカリ水を噴射することによって有機ハロゲン化合物を分解、さらに生成物を無害化することを特徴とするプラズマによる有機ハロゲン化合物の分解方法。

【請求項5】 有機ハロゲン化合物を含んだガスにマイクロ波を照射することによって熱プラズマを生成し、有機ハロゲン化合物を分解するプラズマによる有機ハロゲン化合物の分解装置であり、

プラズマを生成するためのマイクロ波キャビティーと、反応生成物を無害化するためのアルカリ液を収容した第1容器と、開口された下端部を有し、該下端部を前記アルカリ液に浸漬して配置された反応器と、下端部が前記反応器内に達するとともに上端部が前記マイクロ波キャビティー内部を貫通するように設けられた放電管と、前記放電管に配管を介して接続され、有機ハロゲン化合物を収容した第2容器とを具備することを特徴とするプラズマによる有機ハロゲン化合物の分解装置。

【請求項6】 有機ハロゲン化合物と水蒸気の混合ガスにマイクロ波を照射することによって熱プラズマ中で有機ハロゲン化合物を分解するプラズマによる有機ハロゲン化合物の分解装置であり、

プラズマを生成するためのマイクロ波キャビティーと、反応生成物を無害化するためのアルカリ液を収容した第1容器と、開口された下端部を有し、該下端部を前記アルカリ液に浸漬して配置された反応器と、下端部が前記反応器内に達するとともに上端部が前記マイクロ波キャビティー内部を貫通するように設けられた放電管と、前記放電管に第1配管を介して接続され、有機ハロゲン化合物を収容した第2容器と、前記第1配管に第2配管を介して接続された水供給系と、前記第2配管に設けられ、水供給系からの水を水蒸気に変えるヒータとを具備することを特徴とするプラズマによる有機ハロゲン化合物の分解装置。

【請求項7】 有機ハロゲン化合物を含んだガスにマイ

クロ波を照射することによって熱プラズマを生成し、その熱プラズマに水を噴霧することによって有機ハロゲン化合物を分解するプラズマによる有機ハロゲン化合物の分解装置であり、

プラズマを生成するためのマイクロ波キャビティーと、反応生成物を無害化するためのアルカリ液を収容した第1容器と、開口された下端部を有し、該下端部を前記アルカリ液に浸漬して配置された反応器と、下端部が前記反応器内に達するとともに上端部が前記マイクロ波キャビティー内部を貫通するように設けられた放電管と、前記放電管に第1配管を介して接続され、有機ハロゲン化合物を収容した第2容器と、前記反応管の側壁に設けられ、マイクロ波照射によって放電管の先端部に生成した熱プラズマに水蒸気を噴出する水蒸気噴出手段とを具備することを特徴とするプラズマによる有機ハロゲン化合物の分解装置。

【請求項8】 有機ハロゲン化合物を含んだガスにマイクロ波を照射することによって熱プラズマを生成し、その熱プラズマにアルカリ水を噴霧することによって有機ハロゲン化合物を分解するプラズマによる有機ハロゲン化合物の分解装置であり、

プラズマを生成するためのマイクロ波キャビティーと、反応生成物を無害化するためのアルカリ液を収容した第1容器と、開口された下端部を有し、該下端部を前記アルカリ液に浸漬して配置された反応器と、下端部が前記反応器内に達するとともに上端部が前記マイクロ波キャビティー内部を貫通するように設けられた放電管と、前記放電管に第1配管を介して接続され、有機ハロゲン化合物を収容した第2容器と、前記反応管の側壁に設けられ、マイクロ波照射によって放電管の先端部に生成した熱プラズマにアルカリ水を噴出するアルカリ水噴出手段とを具備することを特徴とするプラズマによる有機ハロゲン化合物の分解装置。

【請求項9】 有機ハロゲン化合物を含んだガスにマイクロ波を照射することによって熱プラズマを生成し、その熱プラズマに水を供給することによって有機ハロゲン化合物を分解するプラズマによる有機ハロゲン化合物の分解装置であり、

プラズマを生成するためのマイクロ波キャビティーと、反応生成物を無害化するためのアルカリ液を収容した第1容器と、開口された下端部を有し、該下端部を前記アルカリ液に浸漬して配置された反応器と、下端部が前記反応器内に達するとともに上端部が前記マイクロ波キャビティー内部を貫通するように設けられた放電管と、前記放電管に第1配管を介して接続され、有機ハロゲン化合物を収容した第2容器と、前記反応器の周囲もしくは第1容器の下部の少なくともいずれかに設けられ、マイクロ波照射によって放電管の先端部に生成した熱プラズマに水を供給するために、前記アルカリ水から蒸気を発生させるヒータとを具備することを特徴とするプラズマ

による有機ハロゲン化合物の分解装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はプラズマによる有機ハロゲン化合物の分解方法及び装置に関する、特にフロン、トリクロロメタン等の有機ハロゲン化合物を効率よく分解するプラズマによる有機ハロゲン化合物の分解方法及び装置に関する。

【0002】

【従来の技術】分子内にフッ素、塩素、臭素等を含んだフロン、トリクロロメタン、ハロン等の有機ハロゲン化合物は、冷媒、溶剤、消化剤等の幅広い用途に大量使用されており、産業分野における重要度が極めて高い。しかし、これら化合物は揮発性が高いため、多くは未処理のまま、大気、土壤、水等の環境へ未処理のまま放出され、現在、発ガス性物質の生成、オゾン層破壊、地球温暖化等、環境に対して大きな悪影響を及ぼすことが分かり、環境保全の見地からこれら有機ハロゲン化合物の無害化処理を行う必要がある。

【0003】従来、有機ハロゲン化合物の処理方法として報告されているものは、主に高温での分解反応を利用したものである。この処理方法を大きく分類すると、焼却法とプラズマ法がある。

【0004】焼却法では、揮発性有機ハロゲン化合物は樹脂等の通常の廃棄物と一緒に焼却される。廃棄物焼却炉で燃焼させるには強酸で腐食性のある塩化水素対策として、耐腐食対策が必要となる。また、通常の樹脂類の燃焼とは異なる燃焼温度の設定となるため、これら有機ハロゲン化合物だけを別に燃焼させる必要がある。また、焼却炉からの塩化水素、ダイオキシン等の排出量には厳しい基準があるため、燃焼温度を不安定になること等の要因を回避するためには、むやみに処理量を上げることはできない。

【0005】プラズマ法では、フロン等の専用分解装置として、揮発性有機ハロゲン化合物に水蒸気をプラズマ中で反応させて二酸化炭素、塩化水素、フッ化水素に分解する。プラズマを生成する方法としては、高周波放電及びDCアーク放電が用いられている。以下に、従来の高周波放電装置について図面を参照して説明する。

【0006】(1) 図6を参照する。図中の付番1は、アルカリ水溶液2を収容した石英製の容器である。この容器1には、下端部が開口した反応器3が下端部を前記アルカリ水溶液2に浸漬した状態で配置されている。前記反応器3には、コイル4が巻かれている。このコイル4には、該コイル4に高周波電流を流す電源5が接続されている。前記反応器3の頂部には、アルゴンガス中に添加したフロンと水蒸気の混合ガス6を収容した容器7が配管8を介して接続されている。前記容器7からは混合ガス6が反応器3に導かれる。前記容器1の上部には、排気ダクト9が接続されている。

【0007】図6に示す高周波放電では、電源5から導かれる周波数13.56MHzの電磁波を用いる。まず、前記容器7から混合ガス6を反応器3に導く。つづいて、反応器3に巻いたコイル4に高周波電流を流し、反応器3内のガスをプラズマ化させる。プラズマ中で反応したガスは、アルカリ水溶液2で中和、無害化され、排気ダクト9から排出される。

【0008】しかし、この方法では、装置の小型化が困難であることとアルゴンガスを使用するために処理コストが高くなる欠点がある。また、長時間の連続した運転が安定に維持できない等の問題がある。一方、アルゴンを使用しない試みがなされているが、フロン分解の反応圧力条件が大気圧の1/4程度にする必要がある等、設備上の問題がある。

【0009】(2) 図7を参照する。なお、図6と同部材は同符号を付して説明を省略する。DCアーク放電の装置構成は、図6に示す高周波放電とはほぼ同じものである。図7の高周波放電装置では、放電部が、柱状の陰極11と、この陰極11を囲むように設けられた下部のみ開口したノズル状の金属製の陽極12と、前記陰極11及び陽極12に接続されたDC電源13とから構成されている。なお、容器7からのガスは配管8を介して陽極12と陰極11間に送給された後、反応器3内に送給されるようになっている。

【0010】図7の装置の場合、図6の高周波放電方式の装置と比較して、減圧雰囲気を必要とせず、比較的小型で分解能力の高いものが得られる。しかし、放電を発生させるためのノズル状の陽極12が金属であることから、フロン等の分解によって発生する腐食性ガスによる電極表面の腐食、浸食により、陽極12、陰極11ともに劣化しやすく、長時間安定した分解反応が実現しにくいという欠点がある。

【0011】また、電極間にフロンを通さず、プラズマ生成後にフロン等の被分解ガスを供給するためには、放電維持のためにアルゴンや空気が必須となる。空気の使用はアルゴンと比較してランニングコストは高くはないが、アーク放電のガス温度約6000°K (Kelvin 温度目盛、以下単にKと記す) では、窒素と酸素等の反応により窒素酸化物の発生が伴うことが自明である。従って、これらの反応生成物の対策設備が必要となる欠点がある。

【0012】なお、本発明に関する大気圧でのプラズマ生成に関しては、特開平2-131116に示されているように、周波数1~200MHzの高周波放電及び周波数1~20GHzのアルゴンガスを用いてマイクロ波放電が誘導加熱方式として使われているが、現状ではキャリアガスをアルゴンとして溶射などに用いられている。しかし、有機ハロゲン化合物のような分解性に富んだ分子性ガスを添加した系で、かつ、大気圧条件で長時間安定にかつ均一なプラズマを生成することは現状では

困難である。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】フロン、トリクロロメタンなどの揮発性有機ハロゲン化合物はもともと反応性が非常に低いために、適切な分解処理方法がない。分解処理方法として従来技術をそのまま使用できるものとして高温の燃焼技術がある。この方法では、大量の炭化水素の燃料と一緒に有機ハロゲン化合物を燃焼させるため、エネルギー効率が悪く、装置を小型化できない。また、有機ハロゲン化合物などを燃焼させるには、通常廃棄物の燃焼よりも温度を高めに設定する必要があるが、燃焼温度の設定及び立ち上げに時間を要する。被分解有機ハロゲン化合物を回収分解処理することになるため、低コストで効率的な分解処理ができない。

【0014】立ち上げ時間を短縮する従来技術として、高周波放電やアーク放電を利用したプラズマ法がある。高周波放電を利用した設備では、効果なアルゴンガスが必須であることや、アルゴンレスになったとしても高分解率が減圧条件でしか得られず、真空ポンプなどの付帯設備や密閉構造が必要となるなど、装置は小型化できるが、腐食性ガスの発生により電極が劣化するために、放電を駆動させるガスとしてフロンなどの有機ハロゲン化合物が使えないことから、高価なアルゴンガスや空気を使わざるを得ない。しかし、空気を駆動ガスに使用した場合、アーク放電で約6000Kに昇温されたプラズマ中で窒素と酸素が反応して窒素性酸化物が生成される。これにより新たな排ガスの除害処理をする必要がある。

【0015】さらに、プラズマを用いる方法で重要な点は、有機ハロゲン化合物に効率よく電磁波などのエネルギーを投入できること、有機ハロゲン化合物及び水等の酸化剤のような分解助剤をプラズマ中に均一に導入することである。プラズマ生成やプラズマ中へのガス混合が不均一な場合、プラズマが不安定になるとともに、プラズマ中のガス温度の低下や反応性低下という問題が発生する。

【0016】本願第1の発明の目的は、有機ハロゲン化合物を含んだガスにマイクロ波を照射することによって熱プラズマを生成し、有機ハロゲン化合物を分解する構成とすることにより、フロン、トリクロロメタン等の揮発性有機ハロゲン化合物を高効率で分解することができるプラズマによる有機ハロゲン化合物分解方法を提供することにある。

【0017】本願第2の発明の目的は、有機ハロゲン化合物を含んだガスにマイクロ波を照射することによって熱プラズマを生成させ、そのプラズマ中にアルカリ水を噴射することによって有機ハロゲン化合物を分解、さらに生成物を無害化する構成とすることにより、第1の発明と同様、揮発性有機ハロゲン化合物を高効率で分解することができるプラズマによる有機ハロゲン化合物分解

方法を提供することにある。

【0018】本願第3の発明の目的は、プラズマを生成するためのマイクロ波キャビティと、反応生成物を無害化するためのアルカリ液を収容した第1容器と、開口された下端部を有し、該下端部を前記アルカリ液に浸漬して配置された反応器と、下端部が前記反応器内に達するとともに上端部が前記マイクロ波キャビティ内部を貫通するように設けられた放電管と、前記放電管に配管を介して接続され、有機ハロゲン化合物を収容した第2容器とを具備した構成とすることにより、第1の発明と同様、揮発性有機ハロゲン化合物を高効率で分解することができるプラズマによる有機ハロゲン化合物分解装置を提供することにある。

【0019】本願第4の発明の目的は、前記放電管と第1容器を連結する配管（第1配管）に第2配管を介して接続された水供給系と、第2配管に設けられ、水供給系からの水を水蒸気に変えるヒータとを具備した構成とすることにより、第1の発明と同様、揮発性有機ハロゲン化合物を高効率で分解することができるプラズマによる有機ハロゲン化合物分解装置を提供することにある。

【0020】本願第5の発明の目的は、前記反応管の側壁に、マイクロ波照射によって放電管の先端部に生成した熱プラズマに水蒸気を噴出する水蒸気噴出手段を設けた構成とすることにより、第1の発明と同様、揮発性有機ハロゲン化合物を高効率で分解することができるプラズマによる有機ハロゲン化合物分解装置を提供することにある。

【0021】本願第6の発明の目的は、前記反応管の側壁に、マイクロ波照射によって放電管の先端部に生成した熱プラズマにアルカリ水を噴出するアルカリ水噴出手段を設けた構成とすることにより、第1の発明と同様、揮発性有機ハロゲン化合物を高効率で分解することができるプラズマによる有機ハロゲン化合物分解装置を提供することにある。

【0022】本願第7の発明の目的は、前記反応器の周囲もしくは第1容器の下部の少なくともいずれかに、マイクロ波照射によって放電管の先端部に生成した熱プラズマに水を供給するために、前記アルカリ水から蒸気を発生させるヒータを設けた構成とすることにより、第1の発明と同様、揮発性有機ハロゲン化合物を高効率で分解することができるプラズマによる有機ハロゲン化合物分解装置を提供することにある。

【0023】

【課題を解決するための手段】本願第1の発明は、有機ハロゲン化合物を含んだガスにマイクロ波を照射することによって熱プラズマを生成し、有機ハロゲン化合物を分解することを特徴とするプラズマによる有機ハロゲン化合物の分解方法である。

【0024】第1の発明においては、有機ハロゲン化合物の分解手段としては、有機ハロゲン化合物と水蒸気の

混合ガスにマイクロ波を照射することによって熱プラズマ中で有機ハロゲン化合物を分解する方法、あるいは有機ハロゲン化合物を含んだガスにマイクロ波を照射することによって熱プラズマを生成させ、そのプラズマ中に水を噴射することによって有機ハロゲン化合物を分解する方法が挙げられる。

【0025】本願第2の発明は、有機ハロゲン化合物を含んだガスにマイクロ波を照射することによって熱プラズマを生成させ、そのプラズマ中にアルカリ水を噴射することによって有機ハロゲン化合物を分解、さらに生成物を無害化することを特徴とするプラズマによる有機ハロゲン化合物の分解方法である。

【0026】本願第3の発明は、有機ハロゲン化合物を含んだガスにマイクロ波を照射することによって熱プラズマを生成し、有機ハロゲン化合物を分解するプラズマによる有機ハロゲン化合物の分解装置であり、プラズマを生成するためのマイクロ波キャビティと、反応生成物を無害化するためのアルカリ液を収容した第1容器と、開口された下端部を有し、該下端部を前記アルカリ液に浸漬して配置された反応器と、下端部が前記反応器内に達するとともに上端部が前記マイクロ波キャビティ内部を貫通するように設けられた放電管と、前記放電管に配管を介して接続され、有機ハロゲン化合物を収容した第2容器とを具備することを特徴とするプラズマによる有機ハロゲン化合物の分解装置である。この分解装置は後述する図1に対応する。

【0027】本願第4の発明は、有機ハロゲン化合物と水蒸気の混合ガスにマイクロ波を照射することによって熱プラズマ中で有機ハロゲン化合物を分解するプラズマによる有機ハロゲン化合物の分解装置であり、プラズマを生成するためのマイクロ波キャビティと、反応生成物を無害化するためのアルカリ液を収容した第1容器と、開口された下端部を有し、該下端部を前記アルカリ液に浸漬して配置された反応器と、下端部が前記反応器内に達するとともに上端部が前記マイクロ波キャビティ内部を貫通するように設けられた放電管と、前記放電管に第1配管を介して接続され、有機ハロゲン化合物を収容した第2容器と、前記第1配管に第2配管を介して接続された水供給系と、前記第2配管に設けられ、水供給系からの水を水蒸気に変えるヒータとを具備することを特徴とするプラズマによる有機ハロゲン化合物の分解装置である。この分解装置は後述する図2に対応する。

【0028】本願第5の発明は、有機ハロゲン化合物を含んだガスにマイクロ波を照射することによって熱プラズマを生成し、その熱プラズマに水を噴霧することによって有機ハロゲン化合物を分解するプラズマによる有機ハロゲン化合物の分解装置であり、プラズマを生成するためのマイクロ波キャビティと、反応生成物を無害化するためのアルカリ液を収容した第1容器と、開口された下端部を有し、該下端部を前記アルカリ液に浸漬して

配置された反応器と、下端部が前記反応器内に達するとともに上端部が前記マイクロ波キャビティ内部を貫通するように設けられた放電管と、前記放電管に第1配管を介して接続され、有機ハロゲン化合物を収容した第2容器と、前記反応管の側壁に設けられ、マイクロ波照射によって放電管の先端部に生成した熱プラズマに水蒸気を噴出する水蒸気噴出手段とを具備することを特徴とするプラズマによる有機ハロゲン化合物の分解装置である。この分解装置は後述する図3に対応する。

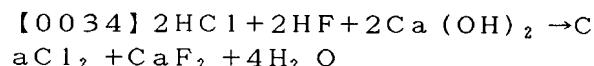
【0029】本願第6の発明は、有機ハロゲン化合物を含んだガスにマイクロ波を照射することによって熱プラズマを生成し、その熱プラズマにアルカリ水を噴霧することによって有機ハロゲン化合物を分解するプラズマによる有機ハロゲン化合物の分解装置であり、プラズマを生成するためのマイクロ波キャビティと、反応生成物を無害化するためのアルカリ液を収容した第1容器と、開口された下端部を有し、該下端部を前記アルカリ液に浸漬して配置された反応器と、下端部が前記反応器内に達するとともに上端部が前記マイクロ波キャビティ内部を貫通するように設けられた放電管と、前記放電管に第1配管を介して接続され、有機ハロゲン化合物を収容した第2容器と、前記反応管の側壁に設けられ、マイクロ波照射によって放電管の先端部に生成した熱プラズマにアルカリ水を噴出するアルカリ水噴出手段とを具備することを特徴とするプラズマによる有機ハロゲン化合物の分解装置である。この分解装置は後述する図4に対応する。

【0030】本願第7の発明は、有機ハロゲン化合物を含んだガスにマイクロ波を照射することによって熱プラズマを生成し、その熱プラズマに水を供給することによって有機ハロゲン化合物を分解するプラズマによる有機ハロゲン化合物の分解装置であり、プラズマを生成するためのマイクロ波キャビティと、反応生成物を無害化するためのアルカリ液を収容した第1容器と、開口された下端部を有し、該下端部を前記アルカリ液に浸漬して配置された反応器と、下端部が前記反応器内に達するとともに上端部が前記マイクロ波キャビティ内部を貫通するように設けられた放電管と、前記放電管に第1配管を介して接続され、有機ハロゲン化合物を収容した第2容器と、前記反応器の周囲もしくは第1容器の下部の少なくともいずれかに設けられ、マイクロ波照射によって放電管の先端部に生成した熱プラズマに水を供給するために、前記アルカリ水から蒸気を発生させるヒータとを具備することを特徴とするプラズマによる有機ハロゲン化合物の分解装置である。この分解装置は後述する図5に対応する。

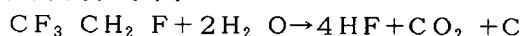
【0031】【作用】 プラズマ状態では、高いガス温度(2000~6000K)に加えて、電子のエネルギーも高いため、有機ハロゲン化合物は容易に塩素原子、フッ素原子、水素原子を解離しやすい状態にある。

【0032】従って、請求項1記載の発明では、有機ハロゲン化合物を含んだガスにマイクロ波を照射し、ガスをプラズマ化する。また、請求項2記載の発明では、有機ハロゲン化合物に水蒸気を添加したガスにマイクロ波を照射し、ガス全体をプラズマ化する。

【0033】アーク放電のように電極を必要としないマイクロ波の使用による有機ハロゲン化合物のプラズマ化によって腐食性による放電部の損傷がない。分解反応機構は、代表的な例としてエアコン等の冷媒に使用されているフロンR12(CCl<sub>2</sub>F<sub>2</sub>)については、CCl<sub>2</sub>F<sub>2</sub>+2H<sub>2</sub>O→2HCl+2HF+CO<sub>2</sub>と考えられ、生成物の除害には次の反応を用いることができる。



また、塩素以外のハロゲン化合物であるフロン134a(CF<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>F)についても本発明は有効である。反応例を次に示す。



Cは酸素等の存在下ではCO<sub>2</sub>に転化する。

### 【0035】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施例を図面を参照して説明する。なお、本実施例では有機ハロゲン化合物の中でも比較的分解しにくいフロン134a(CH<sub>2</sub>CF<sub>4</sub>)の分解実験を例示する。マイクロ波は周波数2.45GHz、放電には同軸導波管型のキャビティーを用いた例を示す。

【0036】(実施例1)図1を参照する。図中の付番21は、アルカリ水溶液(水酸化カルシウム)22を収容した石英製の容器である。この容器21には、下端部が開口した反応器23が下端部を前記アルカリ水溶液22に浸漬した状態で配置されている。前記反応器23の上部には、外径12mm、内径11mmの石英製の放電管24が下端部が反応器23内まで延出して立設されている。前記反応器23の上方には、放電管24の上部側が貫通するマイクロ波同軸導波管型キャビティー25が配置されている。このキャビティー25は、外導体の内径40mm、内導体の外径10mmで、外導体と内導体のギャップ長さは10mmである。前記放電管24の上端側は、前記キャビティー25内の同軸導波管変換器26の内導体内部に貫通して取り付けられている。前記キャビティー25の一端側には、マイクロ波発信器27が取り付けられている。前記放電管24には、フロンガス28を収容した容器29、空気30を収容した容器31が配管32を介して接続されている。前記容器21の上部には排気ダクト33が接続されている。

【0037】このように、上記実施例1に係る有機ハロゲン化合物の分解装置は、反応生成物を無害化するためのアルカリ水溶液22を収容した石英製の容器21と、開口した下端部を前記アルカリ水溶液22に浸漬した状態で配置された反応器23と、プラズマを生成するためのマイ

クロ波同軸導波管型キャビティー25と、プラズマを保持する放電管24等とを具備した構成となっている。

【0038】こうした構成の分解装置の作用は、次の通りである。まず、キャビティー内部の放電管24にフロン134aを大気圧、流量10リットル(1)/minで供給する一方、マイクロ波発信器27から2.45GHzのマイクロ波を同軸導波管変換器26を経てキャビティー25内に導き、そこで形成されたマイクロ波電界で放電させた。フロンガス28は放電プラズマにより反応器23内で分解された後、アルカリ水溶液22中を通過し、除害処理され、炭酸ガス等を含む残りのガスは排気ダクト33から排出した。フロンの分解率は反応器23内のガスを一部採取し、プラズマ有無のフロン濃度のガスクロ分析から算出した。フロン供給量0.1kg/hでマイクロ波パワーをパラメータとした場合の分解率測定の実験結果を、下記表1に示す。この試験において、添加ガスとしてアルゴンや空気等が混入しても、マイクロ波パワーを調節すれば、ほぼ同程度の分解率が得られることがわかった。

### 【0039】

【表1】

フロン供給量 (kg/h)	マイクロ波電力 (W)	分解率 (%)
0.1	400	80
0.1	300	75
0.1	200	50

【0040】(実施例2)図2を参照する。但し、図1と同部材は同符号を付して説明を省略する。本実施例2は、容器29からの配管32に水供給系41からの配管42を接続させ、かつ配管42の一部に水供給系41から供給される水を水蒸気とするリボンヒータ43を設けた点を特徴とする。本実施例2の場合、水供給系41からは摂氏120度に加熱した水を配管42を通して送り、ガス用の配管32に合流する直前でリボンヒータ43により加熱して水蒸気に変え、フロンガスと混合するものである。

【0041】フロン分解率は、実施例1と同様にして求めた。フロン供給量0.1kg/h及び水蒸気供給量0.1kg/hで、マイクロ波パワーをパラメータとした場合の分解率測定の実験結果を、下記表2に示す。この試験においても、添加ガスとしてアルゴンや空気等が混入しても、マイクロ波パワーを調節すれば、ほぼ同程度の分解率が得られることがわかった。

### 【0042】

【表2】

フロン供給量 (kg/h)	水蒸気供給量 (kg/h)	マイクロ波電力 (W)	分解率 (%)
0.1	0.1	400	99以上
0.1	0.1	300	99
0.1	0.1	200	95

【0043】なお、上記実施例2では、水蒸気の供給方法として配管を通る水をリボンヒータで加熱化aserする方法を記載したが、水槽をヒータ等で加熱した容器内をバブリングさせ、その飽和蒸気圧に応じた水蒸気として供給しても同様の効果が得られる。

【0044】(実施例3)図3を参照する。但し、図1と同部材は同符号を付して説明を省略する。本実施例3

フロン供給量 (kg/h)	水供給量 (kg/h)	マイクロ波電力 (W)	分解率 (%)
0.1	0.1	500	99以上
0.1	0.1	450	98
0.1	0.1	400	90

【0047】なお、上記実施例2では、水の供給方法として対向して配置させたパイプを2カ所から霧状の水を噴霧する方法について記載したが、反応器内のプラズマを取り囲むように円周上からまんべんなく噴霧するようパイプを設ければ、更に分解率が上がることが期待できる。

【0048】(実施例4)図4を参照する。但し、図1及び図3と同部材は同符号を付して説明を省略する。

【0049】本実施例4は、反応器23の上部側壁に2つのパイプ46を対向して取り付け、マイクロ波照射によって生成したフロンプラズマ45をパイプ46から反応器25内壁面に沿って流すアルカリ水47に接触させて、フロンガ

ス28の分解と生成物の中和を同時に行う構成にしたことを特徴とする。

【0050】フロン分解率は実施例1と同様にして求めた。フロン供給量0.1kg/h及び噴霧する水酸化カルシウムを溶解させたアルカリ水供給量0.1kg/hで、マイクロ波パワーをパラメータとした場合の分解率測定の実験結果を、下記表4に示す。この試験において、添加ガスとしてアルゴンや空気等が混入しても、マイクロ波パワーを調節すれば、ほぼ同程度の分解率が得られることがわかった。

【0046】

【表3】

フロン供給量 (kg/h)	アルカリ水供給量 (kg/h)	マイクロ波電力 (W)	分解率 (%)
0.1	0.1	450	99以上
0.1	0.1	400	98
0.1	0.1	300	90

【0052】なお、実施例4では、アルカリ水の供給方法として反応器内壁面に沿って流す方法について記載したが、これに限らず、反応器内のプラズマを取り囲むように直接アルカリ水を噴霧してもよい。

【0053】(実施例5)図5を参照する。但し、図1及び図3と同部材は同符号を付して説明を省略する。

【0054】本実施例5は、反応器23の外周部にヒータ48を設けるとともに、容器22の下部にヒータ49を設けて、反応器23内の水蒸気50の量を調節することにより、フロンガス28の分解に必要な水分供給量を安定化させた

構成にしたことを特徴とする。

【0055】フロン分解率は実施例1と同様にして求めた。フロン供給量0.1kg/h及びアルカリ水温度85度で、マイクロ波パワーをパラメータとした場合の分解率測定の実験結果を、下記表5に示す。この試験において、添加ガスとしてアルゴンや空気等が混入しても、マイクロ波パワーを調節すれば、ほぼ同程度の分解率が得られることがわかった。

【0056】

【表5】

フロン供給量 (kg/h)	アルカリ水温度 (度)	マイクロ波電力 (W)	分解率 (%)
0.1	85	600	99以上
0.1	85	500	98
0.1	85	450	90

## 【0057】

【発明の効果】以上詳述したように本発明によれば、廃棄物中あるいは排気ガス中のフロンやトリクロロメタン等の有機ハロゲン化合物を高い分解率(99.99%以上)で無害化処理できる。また、マイクロ波は大きなエネルギーを効率よく有機ハロゲン化合物を含んだガスに集中的に供給し、効率よくプラズマ化できる。さらに、電磁波として制御性に優れることや量産化電源が使用可能の点から、装置の小型化や低コスト化が図れる。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1に係る有機ハロゲン化合物の分解装置の正面断面図。

【図2】本発明の実施例2に係る有機ハロゲン化合物の分解装置の正面断面図。

【図3】本発明の実施例3に係る有機ハロゲン化合物の分解装置の正面断面図。

【図4】本発明の実施例4に係る有機ハロゲン化合物の分解装置の正面断面図。

【図5】本発明の実施例5に係る有機ハロゲン化合物の分解装置の正面断面図。

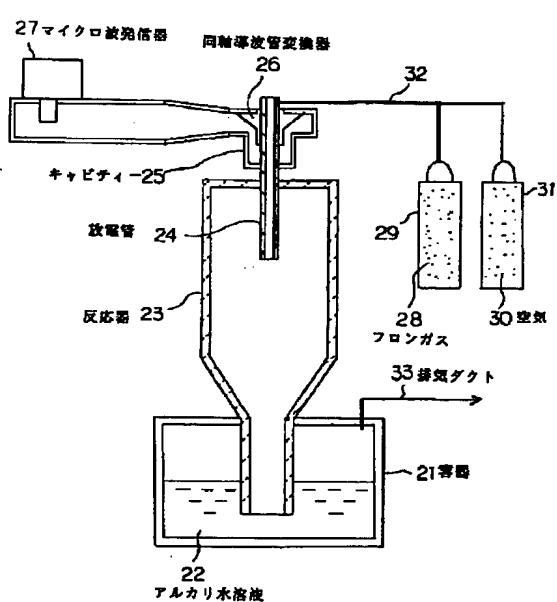
【図6】従来の高周波放電方式の有機ハロゲン化合物の分解装置の正面断面図。

【図7】従来のDCアーク放電方式の有機ハロゲン化合物の分解装置の正面断面図。

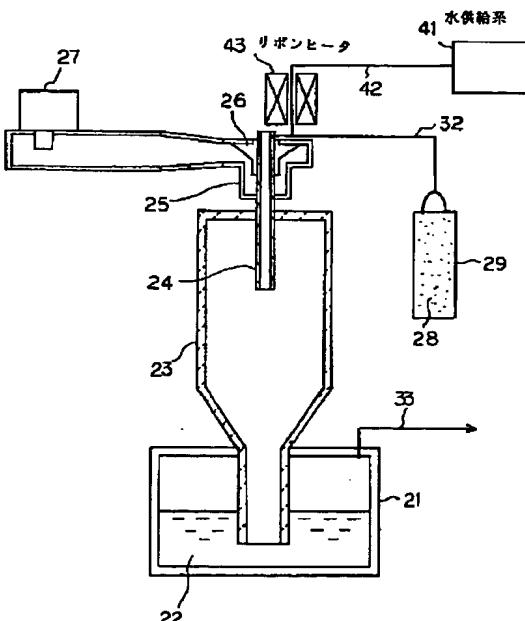
## 【符号の説明】

- 21, 29, 31…容器、
- 22…アルカリ水溶液、
- 23…反応器、
- 24…放電管、
- 25…マイクロ波同軸導波管型キャビティ、
- 26…同軸導波管変換器、
- 27…マイクロ波発信器、
- 28…フロンガス、
- 29…空気、
- 32, 42…配管、
- 33…排気ダクト、
- 41…水供給系、
- 43…リボンヒータ、
- 44, 46…パイプ、
- 45…フロンプラズマ、
- 47…アルカリ水、
- 48, 49…ヒーター、
- 50…水蒸気。

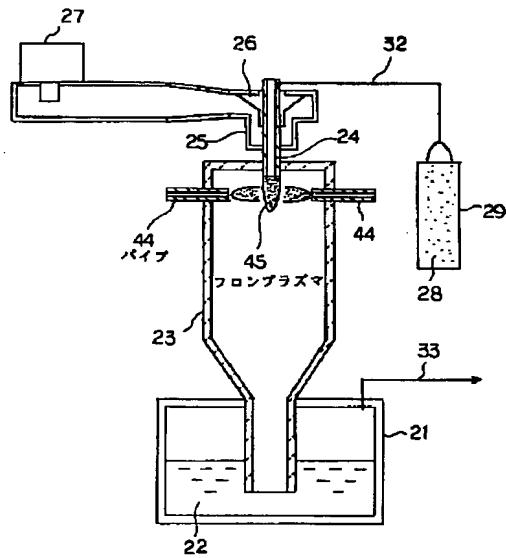
【図1】



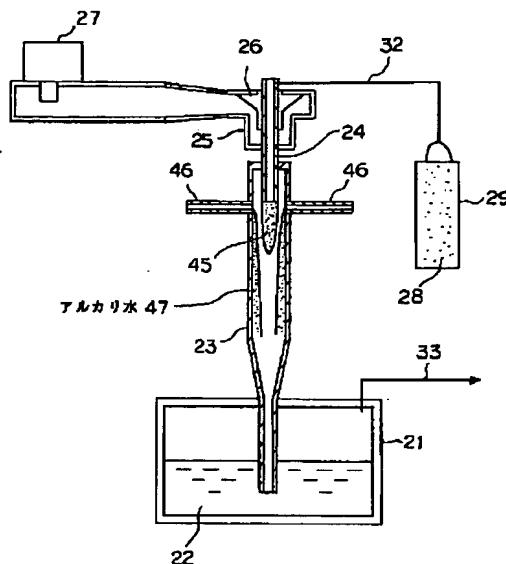
【図2】



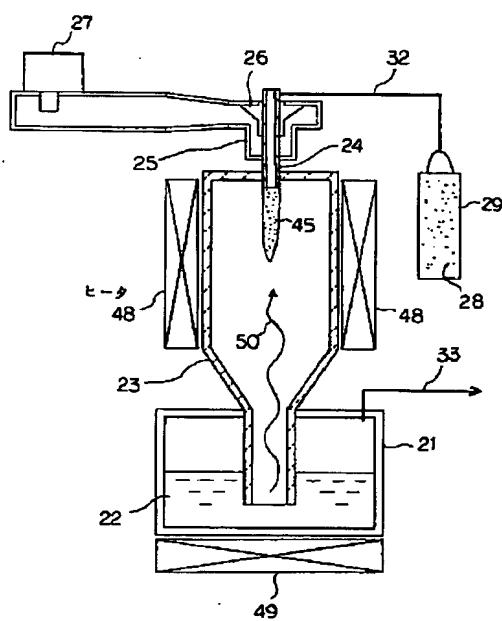
【図3】



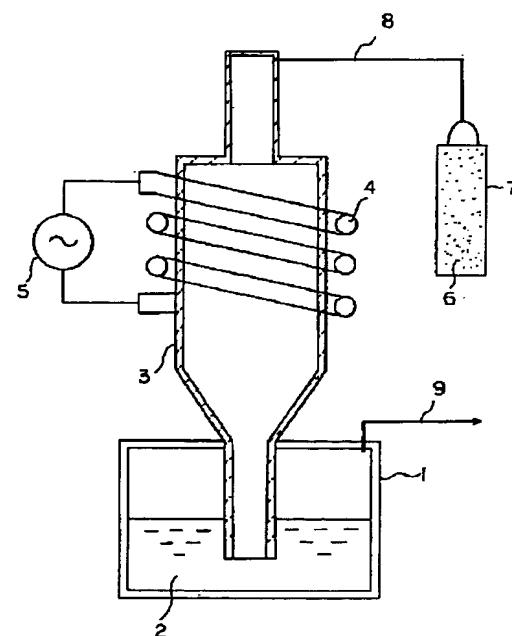
【図4】



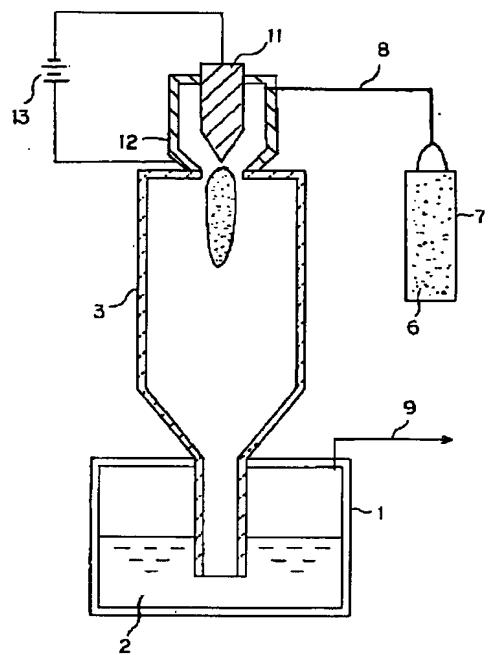
【図5】



【図6】



【図7】



# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number : 11-156144  
(43) Date of publication of application : 15. 06. 1999

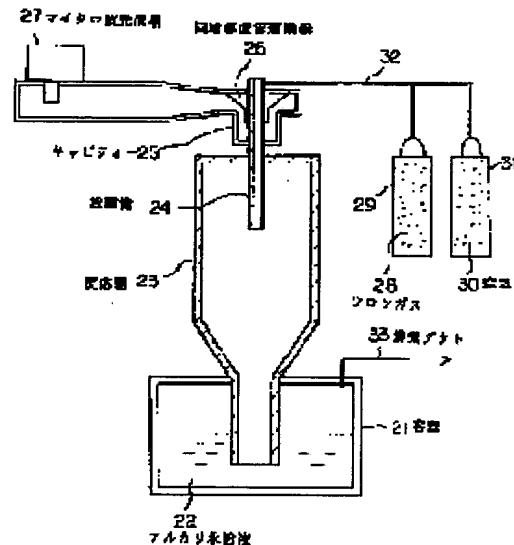
(51) Int. Cl. B01D 53/32  
A62D 3/00  
B01D 53/70

(21) Application number : 09-321234 (71) Applicant : MITSUBISHI HEAVY IND LTD  
(22) Date of filing : 21. 11. 1997 (72) Inventor : IKEDA TETSUYA  
DANNO MINORU

## (54) METHOD AND APPARATUS FOR DECOMPOSING ORGANIC HALIDE BY PLASMA

### (57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To detoxify an organic halide at a high decomposition rate.  
SOLUTION: An apparatus for decomposing an organic halide wherein thermal plasma is produced by irradiating a gas containing the organic halide with microwave so as to decompose the organic halide comprises a microwave cavity 25 for producing the plasma, a first container 21 for containing an alkaline solution for detoxifying a reaction product, a reactor 23 having a bottom end with an opening disposed in a state of being immersed in the alkaline solution, a discharge tube 24 disposed in such a manner that a bottom end thereof reaches an interior of the reactor 23 and a top end thereof penetrates an interior of the microcavity 25 and a second container 25 connected to the discharge tube 24 via piping and containing the halide.



### LEGAL STATUS